

Bonifacy ŁYKOWSKI, Tomasz ROZBICKI

Zakład Meteorologii i Klimatologii

## Porównanie parowania z ewaporometrów Piche'a i Wilda z ewaporometrem wzorcowym pan A

### Wstęp

Do pomiarów parowania wody używa się na stacjach meteorologicznych w Polsce ewaporometru Piche'a zainstalowanego w klatce meteorologicznej standardowej. Dzięki badaniom nad pomiarem parowania z wolnej powierzchni wody, przeprowadzonym przez Schmucka (1956), dość duże rozpowszechnienie uzyskał także ewaporometr Wilda, instalowany pod daszkiem żaluzjowym na wysokości 50 cm nad gruntem. W hydrologii, a niekiedy również na stacjach meteorologicznych, do pomiarów parowania z wolnej powierzchni wody używano ewaporometru GGI 3000 bez osłony lub pod daszkiem żaluzjowym. Najmniejsze rozpowszechnienie w Polsce uzyskał ewaporometr amerykański pan Class A, stosowany w wielu krajach położonych na wszystkich kontynentach jako ewaporometr wzorcowy do pomiarów parowania z wolnej powierzchni wody (Doorenbos J., Pruitt W.O. 1977).

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki porównań wartości parowania zmierzzonego ewaporometrami Piche'a i Wilda z wartościami parowania zmierzzonego ewaporometrem pan Class A. Przedstawiono także równania regresji pozwalające na obliczanie parowania z ewaporometru pan A

na podstawie pomiarów wykonanych ewaporometrami Piche'a i Wilda.

### Materiał i metoda

W opracowaniu wykorzystano dobowe sumy parowania ze stacji meteorologicznej SGGW w Ursynowie z lat 1990–1992. Pomiarów wykonywane były w okresie od 1 kwietnia do 30 września. Wszystkie ewaporometry zainstalowane są zgodnie z przyjętą instrukcją obowiązującą na sieci stacji meteorologicznych: ewaporometr Piche'a w klatce meteorologicznej standardowej, Wilda — pod daszkiem żaluzjowym na wysokości 50 cm nad gruntem, a ewaporometr pan A na drewnianej podstawie ułożonej na powierzchni ziemi.

Obliczenia statystyczne wykonywano bez rozróżnienia dni deszczowych i bezdeszczowych. Większe błędy pomiarowe związane z techniką pomiarową i występowaniem opadów atmosferycznych zostały wyeliminowane przez usunięcie ze zbioru danych wartości nie mieszczących się w przedziale: wartość średnia  $\pm 3SD$  (odchylenia standardowe). Ze względu na to, że różnice wskazań występujące między ewaporometrami wynikają jedynie z przyczyn losowych, w końcowej fazie obliczeń za-

stosowano najostrejsze kryterium 1SD przy eliminacji danych. Warto zwrócić uwagę na to, że po przyjęciu tak ostrego kryterium ze zbioru wyeliminowano zaledwie 24% danych.

Przeprowadzone porównania metodyczne wykazały, że związki między parowaniem z ewaporometrów Piche'a i Wilda a ewaporometrem pan A najlepiej opisuje równanie regresji prostoliniowej.

## Wyniki

Z liczb zamieszczonych w tabeli 1 wynika, że jeżeli rozważać cały okres pomiarowy (kwiecień-wrzesień 1990–1992), to średnie dobowe wartości parowania zmierzzonego omawianymi ewaporometrami różnią się w stopniu nieistotnym.

Wartości sezonowe parowania zmierzzonego ewaporometrami Piche'a i Wilda różnią się już wyraźniej od wartości otrzymanych za pomocą ewaporometru pan; różnice leżą jednak na ogół w pobliżu wysokości instrumentalnego błędu pomiaru (0,1 mm) i są znacznie niższe od odchylenia standardowego sum dobowych parowania.

Średnie miesięczne różnice parowania z ewaporometrów Wilda i pan (tab. 1,  $d_2$ ) są dość wyraźnie mniejsze aniżeli w przypadku ewaporometrów Piche'a i pan ( $d_1$ ). Wartości  $d_1$  mają natomiast bardziej zróżnicowane znaki odchyłeń i dlatego średnia sezonowa  $d_1$  nie odbiega w istotnym stopniu od  $d_2$ .

Obliczanie wielkości parowania z ewaporometru pan na podstawie pomiarów ewaporometrami Piche'a i Wilda jest możliwe za pomocą następujących równań:

$$y = 0,8616 + 0,8135x_1 \quad r = 0,77 \quad S = 0,83$$

$$y = 0,5192 + 0,9932x_2 \quad r = 0,82 \quad S = 0,76$$

gdzie:

$y$  — parowanie z ewaporometru pan A w mm, w okresie doby,

$x_1, x_2$  — parowanie zmierzone ewaporometrami Piche'a (1) i Wilda (2),

$r$  — współczynnik korelacji,

$S$  — błąd standardowy równania (mm).

Należy jednak pamiętać, że dobowe sumy parowania obliczone równaniem regresji w przypadku występowania małych wartości różnią się znacznie od zmierzonych. W celu zwiększenia dokładności obliczeń konieczne jest obliczenie kilku równań regresji lub równania regresji wielokrotnej opisujących związki między parowaniem z omawianych ewaporometrów w zależności od warunków pogodowych. Ważne jest zwłaszcza uwzględnienie usłonecznienia, temperatury i opadów atmosferycznych.

W tabeli 2 zamieszczono wskaźniki statystyczne ilustrujące związek korelacyjny zachodzący między parowaniem zmierzonym omawianymi ewaporometrami. We wszystkich przedstawionych kombinacjach wyraźnie wyższe wartości współczynników korelacji występują między parowaniem zmierzonym ewaporometrami Wilda i pan aniżeli Piche'a i pan. Ważnym wynikiem jest także to, że po usunięciu ze zbioru 24% wartości nie spełniających kryterium 1SD współczynniki korelacji zwiększyły się znacznie tylko w 1991 r. W pozostałych latach wzrost współczynników korelacji jest wyraźny, ale nie ma charakteru zasadniczego. Oznacza to, że w wypadku przeliczania parowania zmierzzonego ewaporometrem Piche'a i Wilda na parowanie z ewaporometru pan lepiej jest posłużyć się równaniami regresji otrzymanymi z danych po zastosowaniu kryterium 1SD.

TABELA 1. Ważniejsze wskaźniki statystyczne parowania (w mm) zmierzonego ewaporometrami Piche'a, Wilda i pan A

Warszawa-Ursynów

Rok	Miesiąc	Ewaporometr Piche'a			Ewaporometr Wilda			Ewaporometr pan A	
		M	d <sub>1</sub>	SD	M	d <sub>2</sub>	SD	M	SD
1990	IV	2,52	–	1,57	2,26	–	1,48	–	–
	V	3,23	–	1,25	2,75	–	0,89	–	–
	VI	2,73	–0,86	1,06	3,30	–0,29	1,30	3,59	1,51
	VII	2,25	–0,86	1,35	2,82	–0,29	1,36	3,11	1,41
	VIII	2,53	0,13	1,43	2,56	0,16	1,40	2,40	1,60
	IX	1,52	0,14	0,84	1,28	–0,10	0,78	1,38	0,57
	m	2,46	–0,36		2,49	–0,13		2,62	
1991	IV	2,31	0,69	0,94	2,07	0,41	0,83	1,62	0,68
	V	2,44	–0,34	1,03	2,45	–0,33	1,11	2,78	1,19
	VI	2,36	–0,70	0,93	2,65	–0,41	0,82	3,06	1,23
	VII	3,31	0,12	1,59	3,09	–0,10	1,53	3,13	1,42
	VIII	2,38	–0,55	1,01	2,25	–0,68	1,12	2,93	1,33
	IX	2,16	0,23	1,03	1,97	0,04	1,07	1,93	0,92
	m	2,49	–0,09		2,41	–0,17		2,58	
1992	IV	2,24	0,49	1,03	1,77	0,02	0,90	1,75	–
	V	3,11	0,50	1,26	2,70	0,09	1,66	2,61	1,88
	VI	3,21	–0,90	1,58	3,89	–0,22	2,00	4,11	1,94
	VII	4,02	–0,56	1,32	4,62	0,04	1,54	4,58	1,79
	VIII	4,73	0,67	1,49	5,05	0,99	1,73	4,06	1,81
	IX	1,93	–0,21	0,78	1,82	–0,32	0,91	2,14	1,32
	m	3,21	–0,01		3,31	0,10		3,20	
Średnie 1990– 1992		2,70	–0,12		2,77	–0,05		2,82	

Objaśnienia: M, m — średnie miesięczne i sezonowe parowania, SD — odchylenie standardowe, d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub> — różnice między parowaniem zmierzonym ewaporometrami Piche'a i pan A (1) oraz Wilda i pan A (2).

TABELA 2. Związek między parowaniem zmierzonym ewaporometrami Piche'a (P) i Wilda (W) a ewaporometrem wzorcowym pan A

Rok		n <sub>1</sub>	r	t	S	n <sub>2</sub>	r	t	S
1990	P	110	0,732	11,2	1,25	82	0,814	12,6	0,99
	W	110	0,805	14,1	1,09	82	0,937	24,2	0,60
1991	P	172	0,564	8,9	1,27	133	0,767	13,8	0,83
	W	172	0,593	9,6	1,24	125	0,813	15,6	0,76
1992	P	103	0,777	12,5	1,39	79	0,890	17,3	0,87
	W	103	0,823	14,6	1,25	72	0,951	25,8	0,63

Objaśnienia: n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub> — liczba danych przy wprowadzeniu kryterium 3SD(1) i 1SD(2), t — test Studenta, r — współczynnik korelacji prostej, S — błąd standardowy (mm).

## Wnioski

1. Stwierdzono, że w przypadku okresów miesięcznych i sezonowych (IV – IX) wartości parowania zmierzone ewaporometrami Piche'a, Wilda i pan A są zbliżone do siebie, a różnice mieszczą się w granicach błędu pomiaru.

2. Wartości parowania zmierzone omawianymi ewaporometrami w krótszych okresach, a zwłaszcza sumy dobowe, różnią się niekiedy dość znacznie i są wywołane głównie błędami odczytu wynikającymi z techniki pomiaru. Pewne znaczenie ma także wpływ warunków meteorologicznych na działanie ewaporometrów.

3. Celowe jest obliczenie równań regresji z uwzględnieniem wpływu temperatury, usłonecznienia i opadów atmosferycznych na pomiary parowania omawianymi ewaporometrami.

## Literatura

DOORENBOS J., PRUITT W.O. 1977: *Guidelines for predicting crop water requirements. Part I*

*Calculation of crop water requirements. Irrigation and drainage. Paper 24. FAO of the UN. Rome: 1– 66.*

SCHMUCK A. 1956: *Próba obliczenia bilansu wodnego wolnych powierzchni wodnych w Polsce. Zesz. Nauk. WSR we Wrocławiu, nr 5.*

## Summary

**The comparison of the Piche and the Wild evaporimeters evaporation to the standard pan A evaporimeter evaporation.** The differences of evaporation measured by described evaporimeters, for long-term periods (month, season) are closed between measurement's error limits (tab. 1). The Wild evaporimeter gives much closer amounts of evaporation to the pan A one than the Piche evaporimeter does. The estimation of regression equations with regarding of meteorological conditions influence to the effects of measuring by described evaporimeters is advisable.